

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number : 08-167875

(43)Date of publication of application : 25.06.1996

(51)Int.Cl. H04B 10/105
H04B 10/10
H04B 10/22
H04B 10/02
H04B 10/18
// H01S 3/18

(21)Application number : 06-310701

(71)Applicant : SONY CORP

(22)Date of filing : 14.12.1994

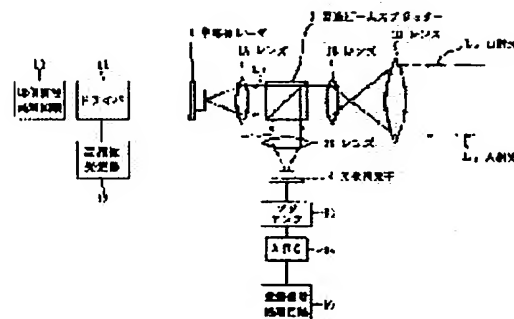
(72)Inventor : OTOBE TAKASHI

(54) OPTICAL SPATIAL COMMUNICATION DEVICE

(57)Abstract:

PURPOSE: To attain a compact and light-weight structure of an optical spatial communication device by using a semiconductor laser having its oscillation wavelength limited in an infrared area as a signal light source and setting the oscillation wavelength in a specified range.

CONSTITUTION: A high frequency component is superimposed on the laser drive current of a driver 11 by a high frequency oscillator 12. A semiconductor laser 3 is oscillated in a super-multimode of an oscillation spectrum, modulated in response to the transmitting signal and radiated to a device of the opposite party side. The comparatively large power density is allowed per unit area for the laser 3 of 1500 to 1600nm wavelength that is used as a power supply. As a result, a compact optical system is obtained and therefore the automatic tracking control performance is improved. On the other hand, the oscillation spectrum state of the laser 3 is varied to evade adsorption of the oscillation spectrum caused by a minute amount of molecules contained in the air serving as an optical transmission line. Then the noises caused by the interaction of fluctuation between the absorption spectrum of the air and the oscillation spectrum of the laser 3 can be reduced or prevented.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 06.09.2001

[Date of sending the examiner's decision of rejection] 27.08.2004

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number]

[Date of registration]

[Number of appeal against examiner's decision
of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's
decision of rejection]

[Date of extinction of right]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.**** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

CLAIMS

[Claim(s)]

[Claim 1] The optical communication device characterized by to use the semiconductor laser whose oscillation wavelength is an infrared field as said light source for signals in the optical communication device which has a transmitting means to transmit by making semiconductor laser into the light source for signals, modulating the laser beam of said semiconductor laser according to a sending signal, and carrying out outgoing radiation outside, and a receiving means get over while receiving the modulated laser beam which carries out incidence from the outside, and acquire a signal.

[Claim 2] The optical communication device according to claim 1 characterized by the oscillation wavelength of said semiconductor laser being 1500nm or more and 1600nm or less.

[Claim 3] The optical communication device according to claim 1 characterized by for oscillation wavelength being said semiconductor laser which is 1500nm or more and 1600nm or less, and the power density in an outgoing radiation lens being two or more 0.32 mW/cm.

[Claim 4] The optical communication device characterized by establishing the device in which noise generating by the interaction of the absorption spectrum in atmospheric air and the oscillation spectrum of laser is prevented while using the semiconductor laser whose oscillation wavelength is an infrared field as the light source for signals.

[Claim 5] The optical communication device according to claim 4 characterized by the oscillation wavelength of said semiconductor laser being 1500nm or more and 1600nm or less.

[Claim 6] The optical communication device according to claim 4 characterized by for oscillation wavelength being said semiconductor laser which is 1500nm or more and 1600nm or less, and the power density in an outgoing radiation lens being two or more 0.32 mW/cm.

[Claim 7] The optical communication device according to claim 4 characterized by making a noise generating prevention device according to claim 4 the configuration which superimposes a high frequency component on the drive current of said semiconductor laser.

[Claim 8] The optical communication device according to claim 4 which prepares a half mirror for a noise generating prevention device according to claim 4 in an optical trajectory, and is characterized by making it the configuration which returns a laser beam at least to the light-emitting part of semiconductor laser.

[Claim 9] The optical communication device according to claim 4 which detects the noise component of the signal transmitted in the noise generating prevention device according to claim 4, transmits a detection result to other party equipment, and is characterized by the other party equipment which received the detection result making it the configuration to which the oscillation wavelength of self semiconductor laser is changed based on the detection result.

[Claim 10] From claim 1 characterized by the aperture of the outgoing radiation lens of a transmitting side being smaller than the aperture of the incidence lens of a receiving side to an optical communication device according to claim 9

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.**** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DETAILED DESCRIPTION

[Detailed Description of the Invention]

[0001]

[Industrial Application] This invention relates to the optical communication device of small and high performance using the semiconductor laser whose oscillation wavelength is an infrared field about the optical communication device which makes a laser beam the light source for signals in more detail.

[0002]

[Description of the Prior Art] The conventional optical communication device is explained with reference to drawing 9 thru/or drawing 14 . First, transfer of a desired information signal is performed through atmospheric-air space by restoring to the modulation light which the optical communication device changed the information to send into the luminous-intensity modulation, and carried out outgoing radiation into atmospheric air toward the side which receives said light which carried out intensity modulation and which carried out incidence in the receiving side.

[0003] As shown in drawing 9 , namely, bidirectional optical space transmission of while performed between optical communication device 50A and optical communication device 50B of another side Outgoing radiation (outgoing radiation light L1) of the laser beam modulated by the sending signal is carried out through lens 1D from one optical communication device 50A (or 50B). It realizes by receiving the laser beam (incident light L2) similarly modulated from optical communication device 50B (or 50A) of another side through lens 1D.

[0004] The outline is explained with reference to drawing 10 about an example of the optical communication device for which is invented by the applicant in this case etc. and it has already applied as a Japanese-Patent-Application-No. No. 353410 [five to] specification next. The optical communication device shown in this drawing is carrying out the configuration which made the function of transmission and reception one, and shows the example of a configuration which can perform bidirectional signal transduction by installing the completely same equipment face to face.

[0005] First, the basic configuration of optical system consists of lens 1A which changes the semiconductor laser 3 used as the light source, and a laser beam into a collimated beam, the polarization beam splitter 2 which separates light, lens 1B which extracts a laser beam again, lens 1D which carries out outgoing radiation of the laser beam, and lens 1C which condenses incident light to a photo detector 4.

[0006] Next, the information which should transmit the actuation as a transmitter is changed into a sending signal by the sending-signal processing circuit 10, and it is inputted into the driver 11 which drives semiconductor laser 3. the polarization beam splitter 2 after the laser beam of the semiconductor laser 3 driven according to the sending signal with said driver 11 was expanded to the beam of a fixed path by lens 1A — passing — again — lens 1B — diameter lens of macrostomia 1D for outgoing radiation to a rat tail and the last — abbreviation — parallel outgoing radiation light L1 It is changed and is sent out to other party equipment.

[0007] Moreover, the actuation as a receiver is the laser beam L2 sent from other party equipment, i.e., incident light. It is changed into a fixed path by diameter lens of macrostomia 1D, and lens 1B, and is condensed by the photo detector 4 by back lens 1C bent by the polarization

beam splitter 2. A lightwave signal is changed into an electrical signal by said photo detector 4, a signal is orthopedically operated in pre amplifier 13 and AGC14 grade, and it is restored to the information on original in the reception signal processing circuit 15.

[0008] By the way, in the optical communication device mentioned above, other party equipment was captured automatically, the automatic-tracking method for making both transmission opticals axis in agreement, and continuing holding is adopted, and this controlled the location and posture of the whole optical system, and is realized.

[0009] Moreover, like before, on environmental sanitation, when the laser of the wavelength range low restricted in the power density of an unit area was used, in order to secure sufficient quantity of light, outgoing radiation needed to be carried out using the lens with big aperture. That is, it became difficult to control automatic tracking in sufficient engine performance, when optical system becomes large inevitably and mass increases, and while raising the reinforcement of the case which constitutes optical system for this solution, the motor and power source which generate the driving force for control needed to be made big. Therefore, the whole optical communication device became still larger, and it was also the rise factor of cost.

[0010] Furthermore, in optical space transmission which uses a laser oscillation machine for the light source in addition to a trouble which was mentioned above, and performs a long-distance signal transmission, it is known that C/N at the time of a signal transmission (a subcarrier/noise) will be influenced by the atmospheric air which is a transmission medium. It has been thought that the effect by this atmospheric air mainly originates in a beam dance like the so-called laurence accompanying fluctuation of the attenuation factor accompanying dispersion etc. and the refractive index in air etc.

[0011] However, this artificer etc. showed clearly that there is an increment factor in a noise which a noise increases remarkably under the effect by long-distance transmission in atmospheric air besides the above dispersion or a beam dance by actually experimenting.

[0012] The wavelength absorption noise by the wavelength absorption spectrum by the minute amount molecule in atmospheric air is called the first (first increment factor in a noise) of the increment factor in a noise clarified by the above-mentioned experiment.

[0013] For example, as shown in drawing 11, many atmospheric wavelength absorption spectrums can be checked also in 780nm - 830nm band well used as laser oscillation wavelength in optical space transmission. In addition, near 770.0nm - 841.6nm is shown in drawing 11 among atmospheric wavelength absorption spectrums.

[0014] Here, it may be in agreement with the absorption wavelength of the wavelength absorption spectrum of the atmospheric air shown in drawing 11 with the oscillation wavelength shift to which the oscillation wavelength concerned of this semiconductor laser oscillator originates in the temperature characteristic etc. using the semiconductor laser oscillator currently oscillated on single wavelength like the single longitudinal mode as the light source. Although laser power will decline in a case and C/N will deteriorate with the absorption wavelength concerned in it, if long-distance light space transmission is actually performed, it is checked that increase of the intense noise easily exceeding C/N degradation by attenuation of the optical power by the above-mentioned absorption takes place with sufficient reappearance. Furthermore, since transmission signal level is what decreases with the above-mentioned absorption, the C/N ratio of a transmission signal will get worse remarkably according to these synergistic effects.

[0015] Here, suppose for convenience that such a noise is called a wavelength absorption noise. Since this wavelength absorption noise was produced in connection with the wavelength shift by the temperature characteristic of semiconductor laser, after the thing of a noise which any problem does not usually have and by which transmission was made comes to increase gradually by the temperature change and a condition with many [for a while] this noise continues, it is the thing of the property to recover slowly. Furthermore, since this wavelength absorption noise is based on atmospheric absorption, that effect has exponentially the property to become large, to a transmission distance.

[0016] The following two things can be considered as a cause by which a wavelength absorption noise which was mentioned above happens.

[0017] First, as 1st cause, the oscillation wavelength of laser has some fluctuation in connection with intensity modulation (generally this is called a chirp), and the wavelength changes with secular change, the temperature characteristics, etc. of a laser oscillation machine slightly. for this reason — for example, as shown in drawing 12, when the oscillation wavelength of laser laps with the shoulder of the absorption property of a spectrum, fluctuation of the wavelength direction of the above-mentioned laser will be changed into fluctuation of the direction on the strength, and fluctuation of the above-mentioned direction on the strength comes to be observed as a noise on the strength in the equipment of a receiving side.

[0018] Namely, although the further aggravation of C/N of a signal which rode on the laser beam of the wavelength concerned is slight if there is no change of the wavelength of the laser beam concerned though the oscillation wavelength of laser exists on an atmospheric absorption wavelength range. When the wavelength of the laser beam concerned swings, or the wavelength concerned is applied to the slope of the absorption spectrum of drawing 12 and it changes with secular change of a laser oscillation machine etc., wavelength variation (namely, frequency drift) will be changed into amplitude fluctuation. Therefore, this amplitude fluctuation appears as a noise on the strength in a receiving side, for example, even if fluctuation of the wavelength of a laser beam is slight or is less than the range of 0.1A, 10dB or more of C/N may change.

[0019] and the noise, for example, 0-400MHZ, generated at this time since the fluctuation of the wavelength of a laser beam is very quick Or 400MHZ(s) up to — it is observed as a thing with the property of a broadband like white noise.

[0020] Below, what is called mode partition noise can be considered as 2nd cause of wavelength absorption noise generating. Generally mode partition noise here is as follows.

[0021] For example, though the output power of the semiconductor laser concerned was total and was kept the same, when the semiconductor laser oscillator was oscillating by the false single mode, as it is shown, for example in drawing 13 (a), it is wavelength λ_0 at a certain time. More power is distributed, or as shown in drawing 13 (b) to the main oscillation mode, comparatively much power is distributed to the direction of suboscillation mode at a certain time. Moreover, the condition of drawing 13 (a) and the condition of drawing 13 (b) may change violently. However, for example like optical space transmission of fiber optics communication or a short distance, even if such a thing happens, when [of the optical power by which outgoing radiation is carried out from the laser of a transmitting side] all go into a receiving side, it hardly becomes a noise component.

[0022] However, since the optical power distributed to the mode concerned as mentioned above when having reached the photo detector of a receiving side (for example, only in case of the main oscillation mode) is always swinging, only a certain specific mode will become what has many [the signal which received and obtained only the light in the mode concerned] level by the always changed noise. Moreover, when considering said wavelength absorption noise only the main oscillation mode declines remarkably by atmospheric absorption, only suboscillation mode will be received and the light-receiving system of an optical communication device comes to act as a wavelength filter.

[0023] Thus, it is possible that fluctuation of the optical power distributed to the main oscillation mode and suboscillation mode as the 2nd of the cause of generating of a wavelength absorption noise serves as a noise component as it is conjointly with atmospheric absorption, and appears.

[0024] As mentioned above, it supposes that the unsteady noise considered to generate the generating mechanism of a wavelength absorption noise by these although it is difficult any of a noise when laser oscillation wavelength laps with the shoulder of a spectrum absorption property, and the mode partition noise accompanying fluctuation of the absorption by atmospheric air and laser oscillation wavelength to be, and to specify is called a wavelength absorption noise, and other increment factors in a noise explained next are distinguished.

[0025] Next, when the oscillator oscillated in two or more modes which were mentioned above in long-distance optical space transmission as second increment factor in a noise is used, this artificer etc. is checking that there is a noise generated regularly. It is thought that it is in oscillation mode distribution of the laser oscillation machine which also mentioned above the cause of generating of this noise generated regularly.

[0026] That is, generally the path of light beam BD which reaches the equipment of the other party to the magnitude of lens 1D of receiving-side equipment as long-distance optical space transmission is shown in drawing 14 comes to spread, moreover, in the optical axis of the light beam BD, and the field which goes direct, undulatory reinforcement changes with fluctuation of the refractive index in atmospheric air etc. spatially, and the part from which optical reinforcement like the so-called interference fringe differs comes to be formed. Therefore, the case where the equipment of a receiving side receives only a bright section bp (equivalent to the bright part of an interference fringe) by the photo detector among the parts from which optical reinforcement like an interference fringe differs happens (or there is also a case of only Umbra dp conversely). In other words, a part of interference fringe (bright section bp) will not receive light, and the equipment of the receiving side after long-distance transmission will work as a wavelength filter as a result.

[0027] However, since an interference fringe is generally formed with the function of wavelength, though the part which is receiving light by the photo detector of the equipment of a receiving side among light beam BD supports the bright section bp of an interference fringe for the main oscillation mode of laser, it can respond to the umbra dp of an interference fringe for the suboscillation mode in which wavelength differs from the main oscillation mode. In such a case, a remarkable noise is observed regularly and C/N of the signal received gets very bad.

[0028] Here, such a noise is called steady mode partition noise, and this mode partition noise generated regularly is made into the second increment factor in a noise. This mode partition noise generated regularly is observed notably [when a laser oscillation machine is stabilized and is oscillating by the single mode completely, or when / although it is not observed when oscillating by the multimode completely, / oscillating by that middle false single mode].

[0029] In addition, although semiconductor laser is structurally divided into gain guided wave mold laser and refractive-index guided wave mold laser, since it oscillates by the false single mode, gain guided wave mold laser tends to make mode partition noise which was mentioned above and which is generated regularly. Moreover, when also operating the refractive-index guided wave mold laser usually oscillated by the single mode by low-power output, it may make mode partition noise by mode competition (transitional unstable state produced when output mode tends to change in the following mode) etc.

[0030] It can mention that induction of the noise by the first increment factor in a noise or the second increment factor in a noise mentioned above is carried out by return light as third increment factor in a noise next.

[0031] Generally, the longitudinal mode oscillated by the laser beam of the self which returns at least to a laser light-emitting part flies, and it happens to oscillate semiconductor laser in two or more modes. There is return light from receiving-side equipment with the return light produced inside the optical system of a transmitting side in an optical communication device, since especially the beam that reaches receiving-side equipment is always swinging, the return luminous intensity which reflects and returns is also usually large, and it is changed.

[0032] Therefore, when the condition of return light always changes like optical space transmission, semiconductor laser weak in return light cannot maintain the stable single mode oscillation, but will repeat mode competition and mode hopping frequently. For example, it also becomes the cause of mode partition noise which was mentioned above when mode competition occurred, and when either of the modes which is competing is in agreement with atmospheric absorption wavelength, it becomes the cause of a wavelength absorption noise. Since a wavelength absorption noise is made by sudden mode hopping, as a phenomenon, a noise is suddenly made, and the induction noise by this return light is observed as an unstable state of recovering suddenly.

[0033] The artificer in this case etc. is checking by already experimenting leading to the increment in a noise to which various increment factors in a noise which were described above cause [of a sending signal] degradation at the time of long-distance light space transmission.

[0034]

[Problem(s) to be Solved by the Invention] Therefore, this invention was made in view of this trouble, as for the purpose, tends to raise the engine performance of automatic tracking control

with the miniaturization of optical system in the optical communication device which performs long-distance optical space transmission, and tends to offer the optical communication device which prevented grace degradation of the transmission signal by the various increments in a noise by the interaction of the condition of oscillation SUPEKURAMU of semiconductor laser, and the light absorption spectrum in atmospheric air further.

[0035]

[Means for Solving the Problem] This invention is thought out in order to solve these *****, it miniaturizes the optical system of an optical communication device using the laser beam of the high power density permitted in the wavelength range using semiconductor laser with a wavelength of 1500nm – 1600nm, and raises the engine performance of automatic-tracking control.

[0036] Moreover, it is made the configuration which avoided that changed oscillation SUPEKURAMU of semiconductor laser into a super-multi condition, and it was completely in agreement with the light absorption spectrum in atmospheric air, and superimposed harmonic content for the super-multi condition of said oscillation on the semiconductor laser drive current, or used return light positively. and the increment in a noise by the interaction with the light absorption spectrum in fluctuation and atmospheric air of oscillation SUPEKURAMU of semiconductor laser is prevented and reduced.

[0037] Furthermore, the noise component of the signal transmitted from transmitting-side equipment with receiving-side equipment detected as other approaches of preventing the noise mentioned above and reducing again, a detection result transmitted to transmitting-side equipment, and the transmitting-side equipment which received the detection result made it the configuration to which the oscillation wavelength of self semiconductor laser is changed based on the detection result, and solved the above-mentioned technical problem.

[0038]

[Function] According to the optical communication device of this invention, since the power density per unit area is permitted comparatively greatly, the semiconductor laser with a wavelength of 1500nm – 1600nm used as the light source can miniaturize optical system, therefore can raise the engine performance of automatic-tracking control. Moreover, while avoiding absorption of oscillation SUPEKURAMU by the minute amount molecule in the atmospheric air which the condition of oscillation SUPEKURAMU of semiconductor laser is changed and serves as an optical transmission line, it becomes possible to prevent and reduce noise generating produced in the interaction by fluctuation of atmospheric absorption SUPEKURAMU and semiconductor laser oscillation SUPEKURAMU.

[0039]

[Example] The optical communication device by this invention is explained with reference to drawing 1 thru/or drawing 8 . In addition, the summary of this invention is about the configuration of the equipment which prevents noise generating by the interaction with fluctuation of the absorption spectrum in the atmospheric air which is an optical transmission line, and the oscillation spectrum of semiconductor laser, and is reduced while using the semiconductor laser whose power density per unit area is the wavelength of 1500nm – 1600nm permitted comparatively greatly, for example, wavelength, as the light source. Therefore, about the fundamental configuration of an optical communication device, and its transmission system, it is the same as that of the conventional example, and the same sign is given to the same configuration part, and a configuration and a symbol description are omitted.

[0040] First, although drawing 4 shows the absorption spectrum of the atmospheric air in the infrared field whose wavelength is 1620nm [1120nm –] of abbreviation, it turns out that the big absorption by the minute amount molecule in atmospheric air is [wavelength] focusing on 1370nm of abbreviation from this drawing. However, there is little this absorption in the wavelength of 1500nm – 1600nm used in this invention, and it is shown that the laser beam of this wavelength range can be used for an optical communication device.

[0041] Semiconductor laser with a wavelength of 1500nm – 1600nm is made into the light source below, and the example of the optical communication device which prevents noise generating by the interaction with fluctuation of the absorption spectrum in atmospheric air and the oscillation

spectrum of semiconductor laser, and is reduced further is described.

[0042] The example 1 first example is explained with reference to drawing 1 , drawing 5 , and drawing 7 . This example superimposes a high frequency component on the drive current of a laser drive circuit, and performs the super-multimode oscillation of semiconductor laser.

[0043] First, drawing 5 is an experiment system which shows that semiconductor laser oscillates by the super-multimode by superimposing a high frequency component on the drive current of a laser drive circuit. The laser drive circuit 22 is superimposed on a high frequency component by the drive current with RF oscillation equipment 21, and oscillates semiconductor laser 3. A laser beam is changed into a fixed parallel light by lens 1A, it is further condensed by lens 1B, and incidence of it is carried out to a multimode fiber 6, it is led to an optical spectrum analyzer (optical spectrum analyzer) 24, and analyzes an oscillation spectrum.

[0044] It is an example of the analysis result and, as for drawing 7 (a), it turns out that the envelope 30 of an oscillation spectrum is the curve which wore the radius of circle which made the core the convex, and power fluctuation in each mode is oscillating by the super-multimode few. In addition, the configuration of said envelope 30 needs to change with the frequencies and the amounts of superposition of a RF, and to determine each constant according to a condition.

[0045] A super-multimode shows the oscillation spectrum which wore the radius of circle as shown in drawing 7 (a) here, and that each spectral intensity of an oscillation is carrying out reinforcement of abbreviation regularity regardless of the passage of time. Drawing 7 (b) shows the spectrum distribution in front of a multimode oscillation, and is carrying out the very acute configuration. In this condition, oscillation spectral intensity does not show a very big change on the strength with the passage of time, and it cannot apply to this invention in this oscillation mode.

[0046] Drawing 1 shows the block configuration of the first example, and the driver 11 is superimposed on the high frequency component by the laser drive current with the high-frequency oscillator 12. Therefore, it oscillates by the super-multimode of the oscillation spectrum shown in drawing 5 , and becomes irregular according to a sending signal, and outgoing radiation of the semiconductor laser 3 is carried out towards other party equipment. In addition, other configuration blocks and actuation are the same as that of the conventional example, as mentioned above, and explanation here is omitted.

[0047] an example 2 — the second example is explained with reference to drawing 2 , drawing 6 , and drawing 7 below. This example performs the super-multimode oscillation of semiconductor laser positively using the return light to semiconductor laser. Although this example shows how to obtain return light by the half mirror prepared into the optical trajectory, naturally you may realize by the other approaches.

[0048] First, drawing 6 is the return light L3 form a half mirror 5 between lens 1A and lens 1B, and according to this. It is the experiment system which shows that semiconductor laser oscillates by the super-multimode. Semiconductor laser 3 is oscillated in the laser drive circuit 22, it is changed into a fixed parallel light by lens 1A, it is further condensed by lens 1B, and incidence of the laser beam is carried out to a multimode fiber 6. Return light L3 reflected by the half mirror 5 the middle It is returned to semiconductor laser 3. The incident light to said multimode fiber 6 is led to an optical spectrum analyzer 24, and analyzes an oscillation spectrum.

[0049] Return light L3 Oscillating by the super-multimode, as the oscillation spectrum made into a factor as well as the first example is shown in drawing 7 (a) is checked. in addition, the return quantity of light according [the configuration of said envelope 30] to a half mirror 5 — **** — it is required to differ and to determine a constant according to a condition.

[0050] Drawing 2 shows the block configuration of the second example, it is in the condition that the half mirror 5 was set up between lens 1A and a polarization beam splitter 2, and semiconductor laser 3 oscillates by the super-multimode of the oscillation spectrum shown in drawing 7 (a) with the driver 11, it becomes irregular according to a sending signal, and outgoing radiation of it is carried out towards other party equipment. In addition, other configuration blocks and actuation are the same as that of the conventional example, as mentioned above, and explanation here is omitted.

[0051] an example 3 — the third example is explained with reference to drawing 3 below. The fundamental view of this example is making it not in agreement [the oscillation spectrum of laser and an atmospheric absorption spectrum]. That is, as mentioned above, the oscillation spectrum is always slightly changed by the temperature change and return light of semiconductor laser, if in agreement with an atmospheric absorption spectrum as conditions showed to drawing 12 , C/N tends to get worse, and it tends to detect this C/N that got worse, and tends to change the oscillation spectrum of laser.

[0052] First, the signal from other party equipment is received, and the noise detector 17 supervises and detects a noise condition from the signal. The signal to which the oscillation wavelength of the semiconductor laser 3 of other party equipment changes in the information which directions should be taken out to the laser wavelength conversion demand generating circuit 18 from the noise detector 17 when aggravation of a noise is detected here, directions should appear in a driver 11 further according to the laser wavelength conversion demand generating circuit 18 to this, and should transmit a driver 11 mixes, the semiconductor laser 3 by the side of itself drives, and outgoing radiation carries out to partner equipment.

[0053] Other party equipment supervises and detects this laser beam in the laser wavelength conversion demand detector 16, the laser wavelength control circuit 19 is driven, further, that command is inputted into a driver 11 and the oscillation wavelength of semiconductor laser 3 is changed. This process is performed in both equipments and can always avoid an atmospheric absorption spectrum. In addition, conversion of oscillation wavelength has a method of changing the drive current of semiconductor laser, or a method of changing the temperature of semiconductor laser. Other configuration blocks and actuation are the same as that of the conventional example, as mentioned above, and explanation here is omitted.

[0054] Effect of as opposed to [point / which increases the power density of this invention] the wavelength and the eye of light was considered. This point is explained with reference to drawing 8 . This drawing shows the relation between the permeability to the eyegrounds of the light which entered from the cornea, and the wavelength of the absorption coefficient in eyegrounds, and both make the cornea top 100%. With the far infrared rays of *****, light hardly enters in an eye rather than ultraviolet rays or 1500nm from this drawing. On the other hand, to 1200nm [400nm -] of the abbreviation for the light and a near infrared ray, the cornea and the lens are transparent and the optical reinforcement per unit area will become very big by eyegrounds according to a condensing operation of a lens. Moreover, although the rate of the absorption of light in eyegrounds is large in blue glow, even if it decreases as wavelength becomes long, and light reaches eyegrounds, it turns out [of energy] that an absorbed amount becomes very small absolutely.

[0055] Therefore, the permission power density to the wavelength of laser is specified on the environmental sanitation over an eye from such a viewpoint. for example, the maximum permissible exposure of the semiconductor laser with a wavelength of 1500nm - 1600nm used for this invention — a prolonged exposure condition — setting — 100mW/cm² it is — 0.32 mW/cm² with a wavelength of 780nm - 830nm generally used conventionally It compares and is a very big value. Therefore, also in the conditions mentioned above, since the semiconductor laser used for this invention can enlarge the power density, miniaturization of the improvement in C/N and an optical communication device and improvement in the engine performance of automatic-tracking control can be aimed at.

[0056] As mentioned above, although the third example describes the example which really [transmission-and-reception] which can perform transmission and reception with one equipment applied this invention to the optical communication device of a configuration from the first example, it does not wait for argument that you may apply to the equipment of the gestalt which transmission and reception separated, respectively.

[0057]

[Effect of the Invention] Since a 1500nm - 1600nm laser beam with the luminescence power density there is little effect of the spectrum absorption by the minute amount molecule in the atmospheric air used as an optical transmission line, and there is little effect of [on the health over an eye], therefore large permitted is used, the small lens of a path can be used as a lens

for laser outgoing radiation, and small [of equipment] and lightweight-ization can be attained.

[0058] Since the small lens of a path mentioned above can be used as a lens for outgoing radiation when adopting the servo configuration which drives and carries out attitude control of the whole optical system including the lens for outgoing radiation in establishing the servo mechanism which searches and tracks very important other party equipment automatically in an optical communication device, mass of the whole optical system can be made small, therefore improvement in a servo property can be aimed at.

[0059] While using said 1500nm – 1600nm laser beam, practical and stable optical space transmission is realizable by giving preventive measures to noise generating by the interaction with fluctuation of an atmospheric absorption spectrum and a laser oscillation spectrum.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.

2.*** shows the word which can not be translated.

3.In the drawings, any words are not translated.

TECHNICAL FIELD

[Industrial Application] This invention relates to the optical communication device of small and high performance using the semiconductor laser whose oscillation wavelength is an infrared field about the optical communication device which makes a laser beam the light source for signals in more detail.

[Translation done.]

* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DESCRIPTION OF DRAWINGS

[Brief Description of the Drawings]

[Drawing 1] The oscillation wavelength by this invention is the block diagram showing the first example of the optical communication device using the semiconductor laser which is 1500nm - 1600nm.

[Drawing 2] The oscillation wavelength by this invention is the block diagram showing the second example of the optical communication device using the semiconductor laser which is 1500nm - 1600nm.

[Drawing 3] The oscillation wavelength by this invention is the block diagram showing the third example of the optical communication device using the semiconductor laser which is 1500nm - 1600nm.

[Drawing 4] Wavelength is drawing showing the absorption wavelength spectrum by the atmospheric air of the sunlight in the range which is 1600nm [1100nm -] of abbreviation.

[Drawing 5] It is a block diagram for explaining the super-multimode generation system of the semiconductor laser used for the first example.

[Drawing 6] It is a block diagram for explaining the super-multimode generation system of the semiconductor laser used for the second example.

[Drawing 7] The oscillation spectrum of semiconductor laser is shown, (a) is the spectrum of a super-multimode and (b) is the spectrum in front of a multimode.

[Drawing 8] It is drawing showing the permeability to the eyegrounds of the light which entered from the cornea of an eye, and the absorption coefficient in eyegrounds.

[Drawing 9] It is drawing for explaining the transmission condition of an optical communication device.

[Drawing 10] It is the block diagram showing the fundamental configuration of the conventional optical communication device.

[Drawing 11] It is drawing showing the solar absorption-of-light wavelength spectrum by atmospheric air.

[Drawing 12] It is drawing for explaining the mechanism in which a noise increases by atmospheric absorption wavelength spectrum.

[Drawing 13] It is drawing for explaining the cause of generating of the mode partition noise by the semiconductor laser oscillator.

[Drawing 14] It is drawing for explaining the wavelength filtering effectiveness by the long-distance optical communication device.

[Description of Notations]

- 1A-1D Lens
- 2 Polarization Beam Splitter
- 3 Semiconductor Laser
- 4 Photo Detector
- 5 Half Mirror
- 6 Multimode Optical Fiber
- 10 Sending-Signal Processing Circuit
- 11 Driver

12 High-frequency Oscillator
13 Pre Amplifier
14 AGC
15 Reception Signal Processing Circuit
16 Laser Wavelength Change-Request Detector
17 Noise Detector
18 Laser Wavelength Change-Request Generating Circuit
19 Laser Wavelength Control Circuit
21 RF Oscillation Equipment
22 Laser Drive Circuit
24 Spectrum Analyzer
30 31 Oscillation spectrum
50A, 50B Optical communication device

[Translation done.]

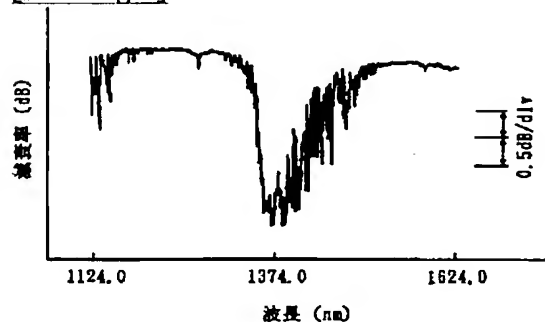
* NOTICES *

JPO and INPIT are not responsible for any damages caused by the use of this translation.

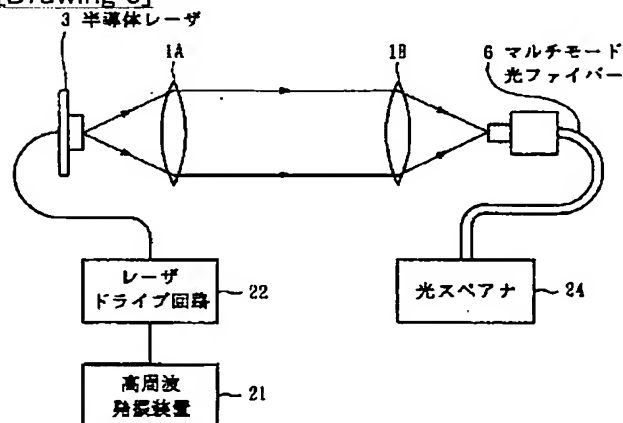
- 1.This document has been translated by computer. So the translation may not reflect the original precisely.
- 2.*** shows the word which can not be translated.
- 3.In the drawings, any words are not translated.

DRAWINGS

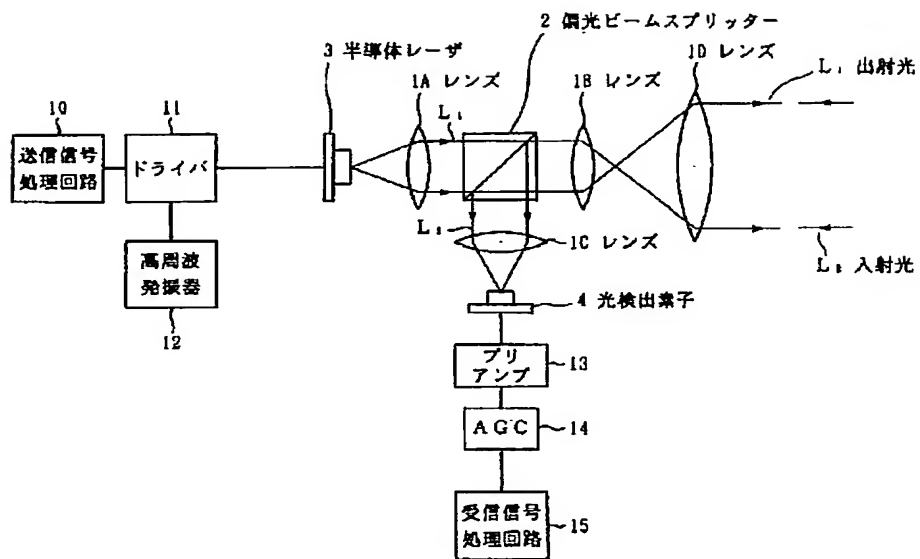
[Drawing 4]



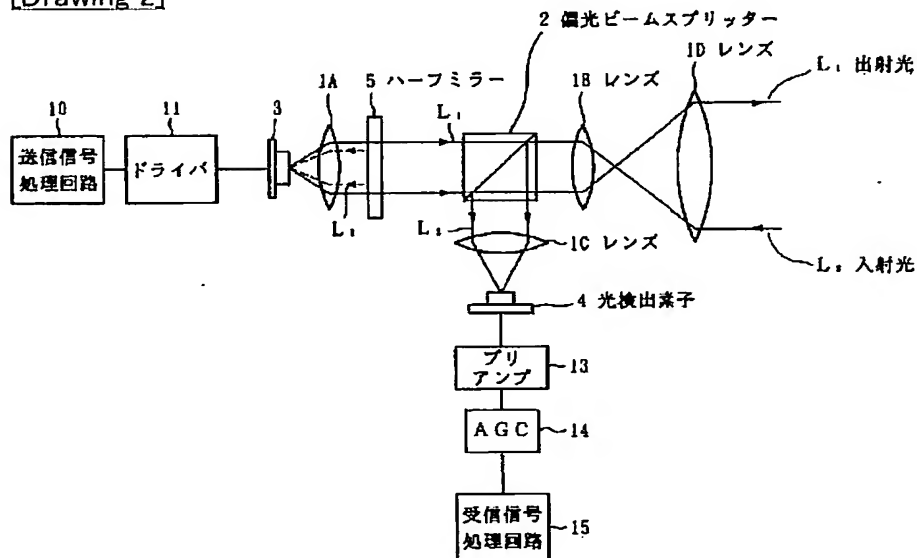
[Drawing 5]



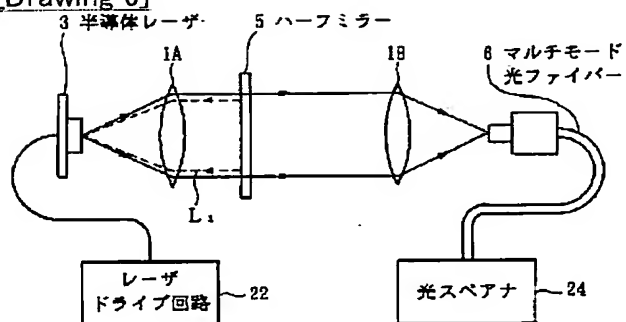
[Drawing 1]



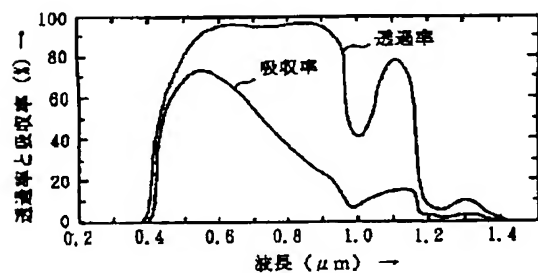
[Drawing 2]



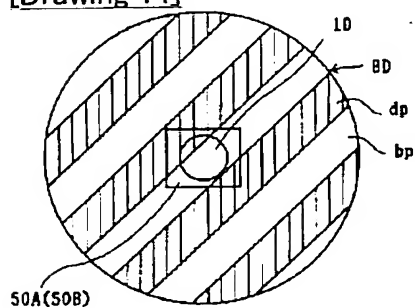
[Drawing 6]



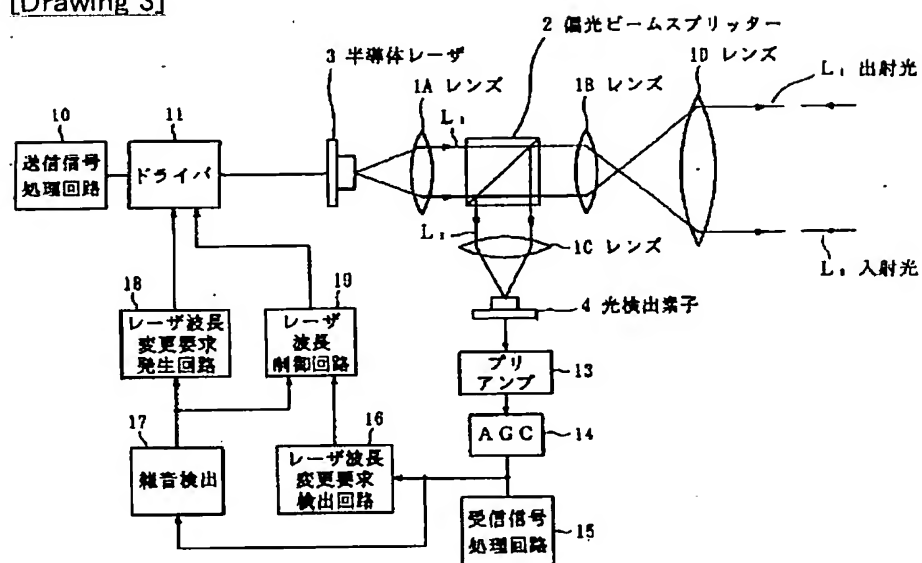
[Drawing 8]



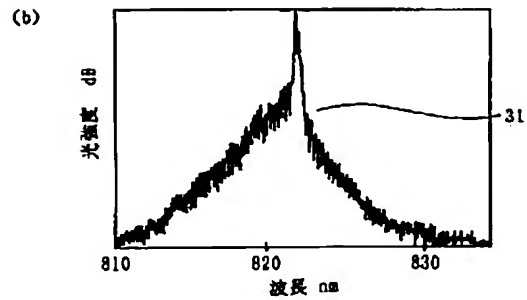
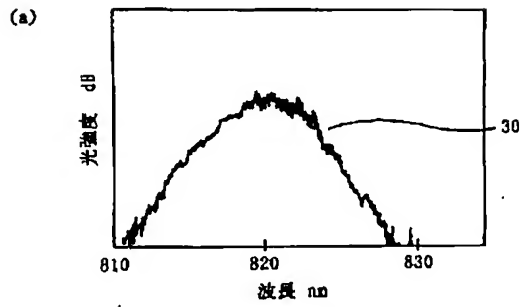
[Drawing 14]



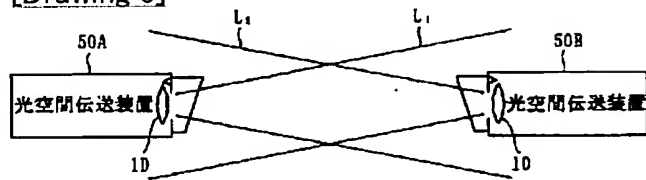
[Drawing 3]



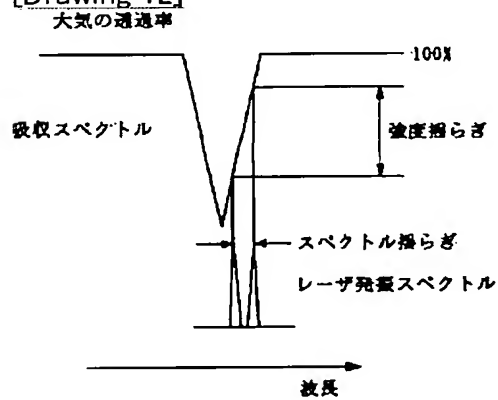
[Drawing 7]



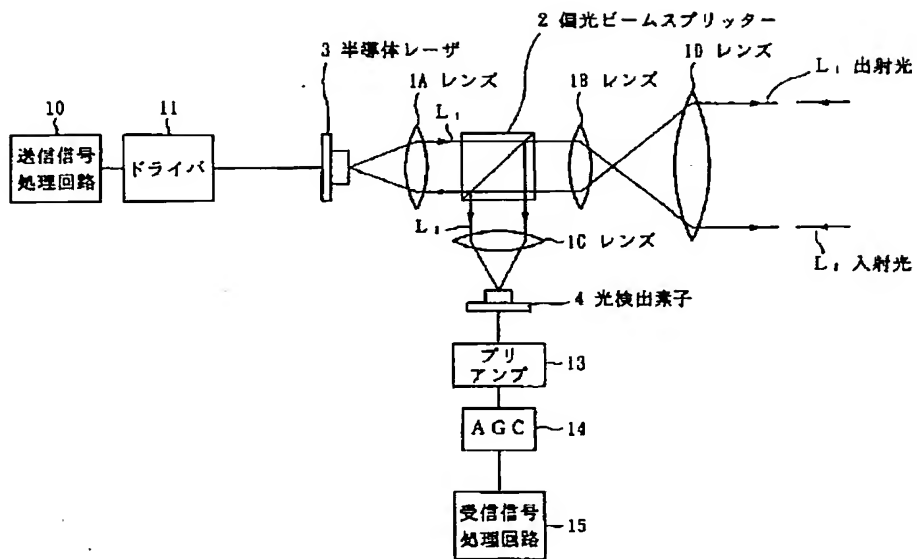
[Drawing 9]



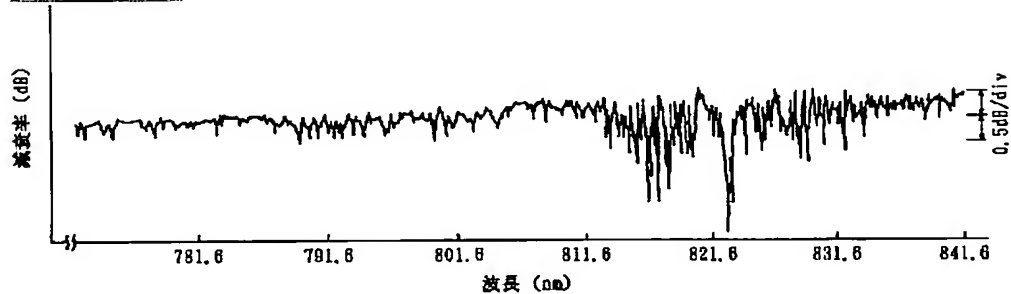
[Drawing 12]



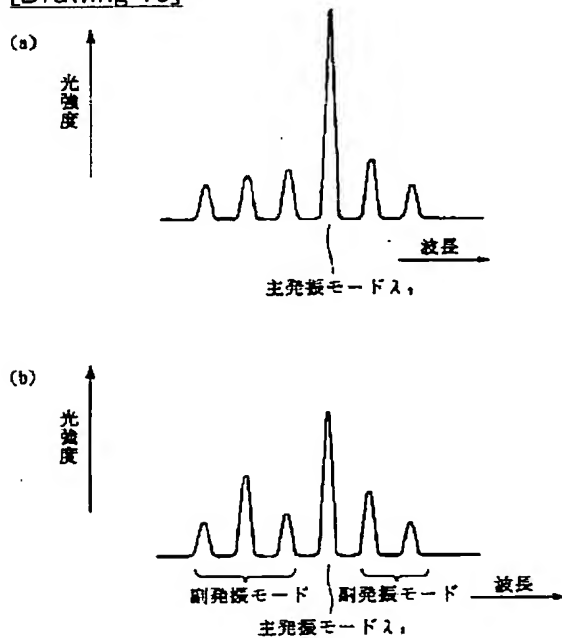
[Drawing 10]



[Drawing 11]



[Drawing 13]



[Translation done.]

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公開特許公報 (A)

(11)特許出願公開番号

特開平8-167875

(43)公開日 平成8年(1996)6月25日

(51) Int.Cl.⁸

識別記号

庁内整理番号

FI

技術表示箇所

H04B 10/105

10/10

10/22

H04B 9/00

R

M

審査請求 未請求 請求項の数10 O.L (全 11 頁) 最終頁に続く

(21)出願番号 特願平6-310701

(22) 出願日 平成6年(1994)12月14日

(71)出願人 000002185

ソニー株式会社

東京都品川区北品川6丁目7番35号

(72) 発明者 乙部 孝

東京都品川区北品川6丁目7番35号ソニー
株式会社内

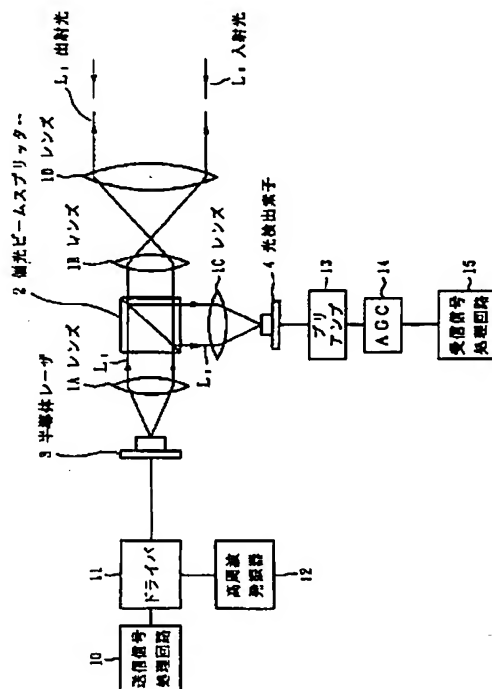
(54)【発明の名称】 光空間伝送装置

(57) 【要約】

【目的】 半導体レーザを光源とする光空間伝送装置において、装置の小型化と共に光伝送路となる大気中の吸収スペクトラムと発振スペクトラムの揺らぎとの相互作用による雑音増加を防止、低減する。

【構成】 波長が1500nm～1600nmである半導体レーザを光源とすると共に、その発振状態を変化させて、大気中の吸収スペクトラムと相互作用して雑音が増大しないようにし、その上で光源を送信する情報で変調して相手側装置に出射する。

【効果】 眼に対する衛生上の問題を生ずることなく、レーザのパワー密度を大きくすることができるので、装置を小型化することができ、自動追尾制御の性能を向上することができる。



【特許請求の範囲】

【請求項 1】 半導体レーザを信号用光源とし、送信信号に応じて前記半導体レーザのレーザ光を変調して外部に射出することにより送信を行う送信手段と、外部から入射する変調されたレーザ光を受光すると共に復調して信号を得る受信手段とを有する光空間伝送装置において、
前記信号用光源として発振波長が赤外線領域である半導体レーザを用いたことを特徴とする光空間伝送装置。

【請求項 2】 前記半導体レーザの発振波長が 1500 nm 以上、1600 nm 以下であることを特徴とする、請求項 1 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 3】 発振波長が 1500 nm 以上、1600 nm 以下である前記半導体レーザであって、射出レンズにおけるパワー密度が 0.32 mW/cm^2 以上であることを特徴とする、請求項 1 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 4】 信号用光源として発振波長が赤外線領域である半導体レーザを用いると共に、大気中の吸収スペクトラムとレーザの発振スペクトラムとの相互作用による雑音発生を防止する機構を設けたことを特徴とする光空間伝送装置。

【請求項 5】 前記半導体レーザの発振波長が 1500 nm 以上、1600 nm 以下であることを特徴とする、請求項 4 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 6】 発振波長が 1500 nm 以上、1600 nm 以下である前記半導体レーザであって、射出レンズにおけるパワー密度が 0.32 mW/cm^2 以上であることを特徴とする、請求項 4 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 7】 請求項 4 に記載の雑音発生防止機構を、前記半導体レーザの駆動電流に高周波成分を重ねる構成にしたことを特徴とする、請求項 4 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 8】 請求項 4 に記載の雑音発生防止機構を、光学径路にハーフミラーを設け、半導体レーザの発光部位にレーザ光を戻す構成にしたことを特徴とする、請求項 4 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 9】 請求項 4 に記載の雑音発生防止機構を、伝送されてきた信号の雑音成分を検出し、検出結果を相手側装置に伝送し、検出結果を受信した相手側装置がその検出結果に基づいて自己の半導体レーザの発振波長を変化させる構成にしたことを特徴とする、請求項 4 に記載の光空間伝送装置。

【請求項 10】 送信側の射出レンズの口径が受信側の入射レンズの口径よりも小さいことを特徴とする請求項 1 から請求項 9 に記載の光空間伝送装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【産業上の利用分野】 本発明はレーザ光を信号用光源とする光空間伝送装置に関し、更に詳しくは発振波長が赤外線領域である半導体レーザを用いて小型、高性能の光

空間伝送装置に関するものである。

【0002】

【従来の技術】 従来の光空間伝送装置に関して図 9 ないし図 14 を参照して説明する。まず、光空間伝送装置とは送る情報を光の強度変調に変換し、前記強度変調した光を受信する側に向かって大気中に射出し、受信側においては入射した変調光を復調することにより、所望の情報信号の伝達を大気空間を介して行うものである。

【0003】 即ち、図 9 に示すように一方の光空間伝送装置 50A と他方の光空間伝送装置 50B との間で行われる双方向の光空間伝送は、一方の光空間伝送装置 50A (又は 50B) から送信信号で変調されたレーザ光をレンズ 1D を介して射出 (射出光 L1) し、他方の光空間伝送装置 50B (又は 50A) からの同様に変調されたレーザ光 (入射光 L2) をレンズ 1D を介して受光することで実現される。

【0004】 つぎに、本件の出願人等によって発明され既に特願平 5-353410 号明細書として出願されている光空間伝送装置の一例について、その概略を図 10 を参照して説明する。同図に示す光空間伝送装置は送信と受信の機能を一体にした構成をしていて、全く同じ装置を対向して設置することにより、双方向の情報伝達を行うことができる構成例を示している。

【0005】 まず、光学系の基本構成は光源となる半導体レーザ 3、レーザビームを平行ビームに変換するレンズ 1A、光を分離する偏光ビームスプリッター 2、再度レーザビームを絞るレンズ 1B、レーザビームを射出するレンズ 1D、および入射光を光検出素子 4 に集光するレンズ 1C とから成っている。

【0006】 つぎに送信機としての動作は、伝達すべき情報は送信信号処理回路 10 によって送信信号に変換され、半導体レーザ 3 を駆動するドライバー 11 に入力される。前記ドライバー 11 により送信信号に応じて駆動された半導体レーザ 3 のレーザ光はレンズ 1A で一定の径のビームに拡大された後、偏光ビームスプリッター 2 を通って再度レンズ 1B により絞られ、最後に出射用の大口径レンズ 1D により略平行な射出光 L1 に変換されて相手側装置に送り出される。

【0007】 また、受信機としての動作は、相手側装置から送られてきたレーザ光、即ち入射光 L2 は大口径レンズ 1D とレンズ 1B によって一定の径に変換され、偏光ビームスプリッター 2 で曲げられた後レンズ 1C によって光検出素子 4 に集光される。前記光検出素子 4 で光信号が電気信号に変換され、プリアンプ 13、AGC 14 等で信号が整形され、受信信号処理回路 15 で元の情報に復元される。

【0008】 ところで、上述した光空間伝送装置においては、相手側装置を自動的に捕獲し、双方の伝送光軸を一致させて保持し続ける為の自動追尾方式を採用しており、これは光学系全体の位置と姿勢を制御して実現して

いる。

【0009】また、従来のように、環境衛生上、単位面積のパワー密度を低く制限されている波長帯のレーザを用いる場合、十分な光量を確保するためには口径の大きなレンズを用いて出射する必要があった。つまり、必然的に光学系が大きくなり質量が増大することにより十分な性能での自動追尾の制御をすることが困難になり、この解決のために、光学系を構成する筐体の強度を向上させると共に制御用駆動力を発生するモータおよび電源を大きなものにする必要があった。従って、光空間伝送装置全体が更に大きくなり、また、コストの上昇要因でもあった。

【0010】更に、上述したような問題点に加えて光源にレーザ発振器を用いて長距離の信号伝送を行う光空間伝送においては、伝送媒体である大気によって信号伝送時のC/N（搬送波／雑音）が影響を受けることが知られている。この大気による影響は、主に、散乱などに伴う減衰要因と、空気中の屈折率の揺らぎに伴う、所謂、陽炎のようなビームダンシング等に起因すると考えられてきた。

【0011】しかしながら、本件発明者等は、実際に実験を行うことにより、上述のような散乱やビームダンシング以外にも、大気中の長距離伝送によるところの影響によって雑音が著しく増加する雑音増加要因があることを明らかにした。

【0012】上記実験によって明らかにした雑音増加要因の第一（第一の雑音増加要因）は大気中の微量分子による波長吸収スペクトルによる波長吸収雑音と称するものである。

【0013】例えば、図11に示すように、大気の波長吸収スペクトルは、光空間伝送におけるレーザ発振波長としてよく用いられる780nm～830nm帯においても、多数確認することができる。尚、図11には大気の波長吸収スペクトルのうち770.0nm～841.6nm付近を示している。

【0014】ここで、光源として例えば単一縦モードのような単一波長で発振している半導体レーザ発振器を用い、この半導体レーザ発振器の当該発振波長が、温度特性等に起因する発振波長シフトによって、図11に示す大気の波長吸収スペクトルの吸収波長と一致することがある。場合には、当該吸収波長によってレーザパワーが減衰してC/Nが劣化することになるが、実際に長距離光空間伝送を行うと、上記吸収による光パワーの減衰によるC/N劣化をはるかに上回る激しい雑音の増大が再現よく起こることが確認されている。更に、伝送信号レベルは上記吸収にともなって減少するものであるため、伝送信号のC/N比はこれらの相乗効果によって著しく悪化することになる。

【0015】このような雑音を、ここでは便宜上、波長吸収雑音と称することとする。この波長吸収雑音は半導

体レーザの温度特性による波長シフトに伴って生ずるので、通常は何の問題もなく伝送がなされていたものが、温度変化によってじわじわと雑音が増えるようになり、しばらくこの雑音の多い状態が続いた後、またゆっくりと回復するという性質のものである。更に、この波長吸収雑音は大気の吸収によるものであるから、伝送距離に対して指数関数的にその影響は大きくなるという性質を持つものである。

【0016】上述したような波長吸収雑音が起こる原因としては、次の2つのことを考えることができる。

【0017】まず、1番目の原因としてはレーザの発振波長は、強度変調に伴い若干の揺らぎを持っており（これを一般にチャープイングと呼ぶ）、また、レーザ発振器の経年変化や温度特性などによっても、その波長は僅かに変化するものである。このため、例えば図12に示すように、スペクトルの吸収特性の肩にレーザの発振波長が重なった場合には、上記レーザの波長方向の揺らぎが強度方向の揺らぎに変換されることになり、受信側の装置において上記強度方向の揺らぎが強度雑音として観測されるようになる。

【0018】即ち、レーザの発振波長が大気の吸収波長帯上に存在していたとしても、当該レーザ光の波長の変化がなければ当該波長のレーザ光に乗った信号のC/Nの更なる悪化は僅かであるが、当該レーザ光の波長が揺らいだり、或いはレーザ発振器の経年変化等によって当該波長が図12の吸収スペクトルのスロープに掛かって変化すると、波長変動（即ち周波数変動）が振幅変動に変換されることになる。従って、この振幅変動が受信側において強度雑音として現れ、例えばレーザ光の波長の変動が僅か0.1オングストロームの範囲以内であったとしても、C/Nは10dB以上変化することがある。

【0019】しかも、レーザ光の波長の揺らぎは非常に速いので、このとき発生する雑音も例えば0～400MHz、或いは400MHzまでの白色雑音のような広帯域の特性を持つものとして観測される。

【0020】つぎに、波長吸収雑音発生2番目の原因として、モード分配雑音と称されるものが考えられる。ここでいうモード分配雑音とは、一般に次のようなものである。

【0021】例えば、半導体レーザ発振器が疑似単一モードで発振している場合において、当該半導体レーザの出力パワーがトータルで同じに保たれていたとしても、例えば図13(a)に示すように、ある時は波長λ₀の主発振モードに対してより多くのパワーが分配されたり、或いは、図13(b)に示すように、ある時は副発振モードの方に比較的多くのパワーが分配されたりする。また、図13(a)の状態と図13(b)の状態は激しく移り変わることがある。ただし、このようなことが起こっても、例えば光ファイバー通信や近距離の光空間伝送のように、送信側のレーザから出射される光パワ

10

20

30

40

50

一の殆ど全てが受信側に入る場合は雑音成分とはならない。

【0022】しかし、ある特定のモードのみ（例えば主発振モードのみ）が受信側の受光素子に到達しているような場合には、上述したように当該モードに対して分配している光パワーは常に揺らいでいるため、当該モードの光のみを受光して得た信号もレベルが常に変動する雑音の多いものになってしまう。また、前記波長吸収雑音について考えてみると、大気吸収によって主発振モードだけが著しく減衰した場合には、副発振モードのみが

受光されることになり光空間伝送装置の受光系が波長フィルタとして作用してしまうようになる。

【0023】このように、波長吸収雑音の発生原因の2番目として主発振モードと副発振モードに分配される光パワーの揺らぎが、大気吸収と相まってそのまま雑音成分となって現れることが考えられる。

【0024】上述したように波長吸収雑音の発生メカニズムは、スペクトラム吸収特性の肩にレーザ発振波長が重なった場合の雑音と、大気による吸収およびレーザ発振波長の揺らぎに伴うモード分配雑音のいずれであるか

特定することは困難であるが、これらによって発生すると考えられる非定常的な雑音を波長吸収雑音と称することとし、この後に説明する他の雑音増加要因とは区別する。

【0025】次に、第二の雑音増加要因として、長距離の光空間伝送において上述したような複数モードで発振する発振器を用いた場合には、定常的に発生する雑音があることを本件発明者等は確認している。この定常的に発生する雑音の発生原因も前述したレーザ発振器の発振モード分配にあると考えられる。

【0026】即ち、長距離の光空間伝送においては図14に示すように受信側装置のレンズ1Dの大きさに対して相手側の装置に到達する光ビームBDの径は一般に広がるようになり、しかも、その光ビームBDの光軸と直行する面内では大気中の屈折率の揺らぎ等によって波動の強度が空間的に変化し、所謂、干渉縞のような光強度の異なる部分が形成されるようになる。従って、受信側の装置は、干渉縞のような光強度の異なる部分のうち、例えば明部b p（干渉縞の明るい部分に相当）のみを受光素子で受光する場合が起こる（または、逆に暗部d pだけの場合もある）。言い換えれば、長距離伝送後の受信側の装置は、干渉縞の一部（明部b p）のみしか受光しないことになり、結果的に波長フィルタとして働いていることになる。

【0027】ところが、干渉縞は一般に波長の関数で形成されるので、光ビームBDのうち受信側の装置の受光素子で受光している部分が、レーザの主発振モードにとっては干渉縞の明部b pに対応していたとしても、主発振モードとは波長の異なる副発振モードにとっては干渉縞の暗部d pに対応してしまうこともあり得る。このよ

うな場合に、著しい雑音が定常的に観測され、受光される信号のC/Nが非常に悪くなる。

【0028】ここではこのような雑音を定常的なモード分配雑音と称し、この定常的に発生するモード分配雑音を第二の雑音増加要因とする。この定常的に発生するモード分配雑音は、レーザ発振器が完全に単一モードで安定して発振している場合や、完全にマルチモードで発振している場合には観測されないが、その中間の疑似単一モードで発振している場合には顕著に観測されるものである。

【0029】尚、半導体レーザは構造的に利得導波型レーザと屈折率導波型レーザとに分けられるが、利得導波型レーザは疑似単一モードで発振するため、上述したような定常的に発生するモード分配雑音を生じやすい。また、通常は単一モードで発振する屈折率導波型レーザも、低出力で動作させた場合、或いはモード競合（出力モードが次のモードに移り変わろうとするとときに生ずる過渡的な不安定状態）などによりモード分配雑音を生じることがある。

【0030】つぎに、第三の雑音増加要因としては、前述した第一の雑音増加要因または第二の雑音増加要因による雑音が戻り光により誘起されることを挙げることができる。

【0031】一般的に半導体レーザはレーザ発光部位に戻ってくる自身のレーザ光によって発振する縦モードが飛んだり、また、複数モードで発振することが起こる。光空間伝送装置においては送信側の光学系内部で生じる戻り光と共に受信側装置からの戻り光があり、特に、受信側装置に到達するビームは常に揺らいでいるから反射して戻ってくる戻り光の強度も通常大きく変動している。

【0032】従って、光空間伝送のように常に戻り光の状態が変わるようなときには、戻り光に弱い半導体レーザは安定した単一モード発振を保てず、頻繁にモード競合やモードホッピングを繰り返すことになる。例えばモード競合が発生した場合には、前述したようなモード分配雑音の原因ともなり、また、競合しているモードのいずれかが大気吸収波長と一致している場合には波長吸収雑音の原因となる。この戻り光による誘起雑音は、突然のモードホッピングにより波長吸収雑音を生じたりするので、現象としては突然雑音が生じ、また突然回復するといった不安定状態として観測される。

【0033】本件の発明者等は、以上述べたような各種雑音増加要因が長距離光空間伝送時に送信信号の劣化原因となる雑音増加につながることを、既に実験を行うことによって確認している。

【0034】

【発明が解決しようとする課題】従って、本発明はかかる問題点を鑑みてなされたもので、その目的は長距離の光空間伝送をおこなう光空間伝送装置において、光学系

の小型化と共に自動追尾制御の性能を向上させ、更に半導体レーザの発振スペクトラムの状態と大気中の光吸収スペクトルとの相互作用による各種雑音増加による伝送信号の品位劣化を防止した光空間伝送装置を提供しようとするものである。

【0035】

【課題を解決するための手段】本発明はこれら課題をを解決するために案出されたものであって、波長1500nm～1600nmの半導体レーザを用い、その波長帯において許容される高いパワー密度のレーザ光を利用して光空間伝送装置の光学系を小型化し、自動追尾制御の性能を向上させる。

【0036】また、半導体レーザの発振スペクトラムを超マルチ状態にして大気中の光吸収スペクトルと完全に一致することを回避し、前記発振の超マルチ状態を半導体レーザ駆動電流に高周波成分を重畳し、または、積極的に戻り光を利用した構成にして半導体レーザの発振スペクトラムの揺らぎと大気中の光吸収スペクトルとの相互作用による雑音増加を防止、低減する。

【0037】更にまた、上述した雑音を防止、低減する他の方法として、受信側装置で送信側装置から伝送されてきた信号の雑音成分を検出し、検出結果を送信側装置に伝送し、検出結果を受信した送信側装置がその検出結果に基づいて自己の半導体レーザの発振波長を変化させる構成にして上記課題を解決した。

【0038】

【作用】本発明の光空間伝送装置によれば、光源として用いる波長1500nm～1600nmの半導体レーザは、単位面積当たりのパワー密度が比較的大きく許容されているので、光学系を小型化でき、従って自動追尾制御の性能を向上させることができる。また、半導体レーザの発振スペクトラムの状態を変化させて光伝送路となる大気中の微量分子による発振スペクトラムの吸収を回避すると共に、大気中の吸収スペクトラムと半導体レーザ発振スペクトラムの揺らぎによる相互作用で生じる雑音発生を防止、低減することが可能となる。

【0039】

【実施例】本発明による光空間伝送装置について図1ないし図8を参照して説明する。尚、本発明の要旨は光源として単位面積当たりのパワー密度が比較的大きく許容されている波長、例えば波長1500nm～1600nmの半導体レーザを用いると共に、光伝送路である大気中の吸収スペクトラムと半導体レーザの発振スペクトラムの揺らぎとの相互作用による雑音発生を防止、低減する装置の構成についてである。従って、光空間伝送装置の基本的構成およびその伝送システムについては従来例と同一であり、その同一構成部位には同一の符号を付して構成および機能の説明は省略する。

【0040】まず、図4は波長が略1120nm～1620nmの赤外線領域における大気中の吸収スペクトラム

を示しているが、同図より波長が略1370nmを中心にして大気中の微量分子による大きな吸収のあることが分かる。しかし、本発明において用いる波長1500nm～1600nmにおいてはこの吸収は少なく、光空間伝送装置にこの波長帯のレーザ光を用いることができることを示すものである。

【0041】以下に波長1500nm～1600nmの半導体レーザを光源とし、更に大気中の吸収スペクトラムと半導体レーザの発振スペクトラムの揺らぎとの相互作用による雑音発生を防止、低減する光空間伝送装置の実施例について述べる。

【0042】実施例1

第一の実施例について図1、図5および図7を参照して説明する。本実施例は半導体レーザの超マルチモード発振をレーザドライブ回路の駆動電流に高周波成分を重畳して行うものである。

【0043】まず、図5はレーザドライブ回路の駆動電流に高周波成分を重畳することにより半導体レーザが超マルチモードで発振することを示す実験系である。レーザドライブ回路22は高周波発振装置21によりその駆動電流に高周波成分が重畳され、半導体レーザ3を発振させる。レーザ光はレンズ1Aにより一定の平行光に変換され、更にレンズ1Bによって集光されてマルチモードファイバー6に入射し、光スペクトルアナライザー（光スペアナ）24へ導かれて発振スペクトルの分析を行う。

【0044】図7(a)は、その分析結果の一例であって、発振スペクトルの包絡線30はその中心を凸とした丸みを帯びた曲線となっていて、各モードのパワー変動が少なく超マルチモードで発振していることが分かる。尚、前記包絡線30の形状は高周波の周波数、および重畳量によって異なり、状態に応じて各定数を決定することが必要である。

【0045】ここで超マルチモードとは図7(a)に示すような丸みを帯びた発振スペクトルを示し、その各々の発振スペクトル強度は時間の経過に関係せず略一定の強度をしている。図7(b)はマルチモード発振直前のスペクトル分布を示し、極めて先鋭的な形状をしている。この状態では発振スペクトル強度は時間の経過と共に極めて大きな強度変化を示すものであり、この発振モードでは本発明には適用できない。

【0046】図1は第一実施例のブロック構成を示している、ドライバー11は高周波発振器12によってレーザ駆動電流に高周波成分が重畳されている。従って、半導体レーザ3は図5に示した発振スペクトラムの超マルチモードで発振し、送信信号に応じて変調され、相手側装置に向けて出射されるものである。尚、その他の構成ブロックとその動作は前述したように従来例と同一であり、ここでの説明は省略する。

【0047】実施例2

つぎに第二の実施例について図2、図6、および図7を参照して説明する。本実施例は半導体レーザの超マルチモード発振を、積極的に半導体レーザへの戻り光を利用して行うものである。本例では戻り光を光学径路中に設けたハーフミラーで得る方法について示しているが、その他の方法で実現しても良いことは当然である。

【0048】まず、図6はレンズ1Aとレンズ1Bとの間にハーフミラー5を設け、これによる戻り光L3により半導体レーザが超マルチモードで発振することを示す実験系である。レーザドライブ回路22で半導体レーザ3を発振し、レーザ光はレンズ1Aにより一定の平行光に変換され、更にレンズ1Bによって集光されてマルチモードファイバー6に入射する。途中、ハーフミラー5により反射された戻り光L3は半導体レーザ3に戻される。前記マルチモードファイバー6への入射光は光スペクトルアナライザ24へ導かれ、発振スペクトルの分析を行う。

【0049】戻り光L3を要因とする発振スペクトルも第一の実施例と同様に図7(a)に示すように超マルチモードで発振していることが確認されている。尚、前記包絡線30の形状はハーフミラー5による戻り光量によって異なり、状態に応じて定数を決定することが必要である。

【0050】図2は第二実施例のブロック構成を示して、レンズ1Aと偏光ビームスプリッタ2との間にハーフミラー5が設定された状態で、ドライバー11により図7(a)に示した発振スペクトラムの超マルチモードで半導体レーザ3が発振し、送信信号に応じて変調され、相手側装置に向けて出射されるものである。尚、その他の構成ブロックとその動作は前述したように従来例と同一であり、ここでの説明は省略する。

【0051】実施例3

つぎに第三の実施例について図3を参照して説明する。この実施例の基本的な考え方は、レーザの発振スペクトルと大気吸収スペクトルが一致しないようにすることである。即ち、前述したように発振スペクトルは半導体レーザの温度変化や戻り光によって常に僅かながら変動していて、条件によって図12に示したように大気吸収スペクトルと一致するとC/Nが悪化し、この悪化したC/Nを検出してレーザの発振スペクトルを変化させようとするものである。

【0052】まず、相手側装置からの信号を受信し、その信号から雑音状態を雑音検出器17で監視し検出する。ここで雑音の悪化が検出されると、雑音検出器17からレーザ波長変換要求発生回路18に指示が出され、更にレーザ波長変換要求発生回路18から、これに従ってドライバー11に指示が出て、ドライバー11は伝達すべき情報と共に相手側装置の半導体レーザ3の発振波長を変化させる信号を混合して自分側の半導体レーザ3を駆動し相手装置に出射する。

【0053】このレーザ光を相手側装置はレーザ波長変換要求検出回路16で監視、検出してレーザ波長制御回路19を駆動し、更に、ドライバー11にその指令が入力されて半導体レーザ3の発振波長を変化させるものである。このプロセスは双方の装置において行われ、常に大気吸収スペクトルを避けることができるものである。尚、発振波長の変換は例えば半導体レーザの駆動電流を変える方法、または、半導体レーザの温度を変化させる方法等がある。その他の構成ブロックとその動作は前述したように従来例と同一であり、ここでの説明は省略する。

【0054】本発明のパワー密度を増大する点について、光の波長と眼に対する影響について検討された。この点について図8を参照して説明する。同図は角膜から入った光の眼底までの透過率と眼底での吸収率の波長との関係を示していて、両者とも角膜上を100%としている。この図より紫外線または1500nmよりも長波長の遠赤外線では、眼内に殆ど光は入らない。一方、可視光および近赤外線の略400nm~1200nmに対して角膜および水晶体は透明であり、水晶体の集光作用によって眼底では単位面積当たりの光強度は、極めて大きなものとなる。また、眼底での光の吸収率は青色光では大きい、波長が長くなるに従って減少し、光が眼底に達してもエネルギーの絶対吸収量は極めて小さくなる事が分かる。

【0055】従って、このような観点から眼に対する環境衛生上、レーザの波長に対する許容パワー密度が規定されている。例えば、本発明に用いる波長1500nm~1600nmの半導体レーザの最大許容露光量は、長時間の露光状態において100mW/cm²であり、従来一般に用いられている波長780nm~830nmの0.32mW/cm²に比して極めて大きな値である。従って、上述した条件においても、本発明に用いる半導体レーザはそのパワー密度を大きくすることができるので、C/N向上と光空間伝送装置の小型化および自動追尾制御の性能向上を図ることができる。

【0056】以上、第一の実施例から第三の実施例は、一つの装置で送信と受信ができる送受一体構成の光空間伝送装置に本発明を適用した例について述べたものであるが、送信と受信がそれぞれ分離した形態の装置に適用しても良いことは論を待たない。

【0057】

【発明の効果】光伝送路となる大気中の微量分子によるスペクトラム吸収の影響が少なく、また、目に対する衛生上の影響が少く、従って許容される発光パワー密度の大きい1500nm~1600nmのレーザ光を用いるので、径の小さなレンズをレーザ出射用レンズとして用いることができ、装置の小型、軽量化を図ることができる。

【0058】光空間伝送装置において極めて重要である

相手側装置をサーチし自動追尾するサーボ機構を設けるにあたって、出射用レンズを含め光学系全体を駆動し姿勢制御するサーボ構成を採用する場合、前述した径の小さなレンズを出射用レンズとして用いることができるため、光学系全体の質量を小さくすることができ、従って、サーボ特性の向上を図ることができる。

【0059】前記1500nm～1600nmのレーザー光を用いると共に、大気吸収スペクトルとレーザー発振スペクトルの変動との相互作用による雑音発生に対して防止対策を施すことにより、実用的で安定な光空間伝送を実現できる。

【図面の簡単な説明】

【図1】 本発明による発振波長が1500nm～1600nmである半導体レーザーを用いた光空間伝送装置の第一の実施例を示すブロック図である。

【図2】 本発明による発振波長が1500nm～1600nmである半導体レーザーを用いた光空間伝送装置の第二の実施例を示すブロック図である。

【図3】 本発明による発振波長が1500nm～1600nmである半導体レーザーを用いた光空間伝送装置の第三の実施例を示すブロック図である。

【図4】 波長が略1100nm～1600nmの範囲における太陽光の大気による吸収波長スペクトラムを示す図である。

【図5】 第一の実施例に用いる半導体レーザーの超マルチモード発生システムを説明するためのブロック図である。

【図6】 第二の実施例に用いる半導体レーザーの超マルチモード発生システムを説明するためのブロック図である。

【図7】 半導体レーザーの発振スペクトラムを示し、(a)は超マルチモードのスペクトラムであり、(b)はマルチモード直前のスペクトラムである。

【図8】 眼の角膜から入った光の眼底までの透過率と眼底での吸収率を示す図である。

10

【図9】 光空間伝送装置の伝送状態を説明するための図である。

【図10】 従来の光空間伝送装置の基本的構成を示すブロック図である。

【図11】 大気による太陽光の吸収波長スペクトラムを示す図である。

【図12】 大気吸収波長スペクトラムにより雑音が増大するメカニズムについて説明するための図である。

【図13】 半導体レーザー発振器によるモード分配雑音の発生の原因を説明するための図である。

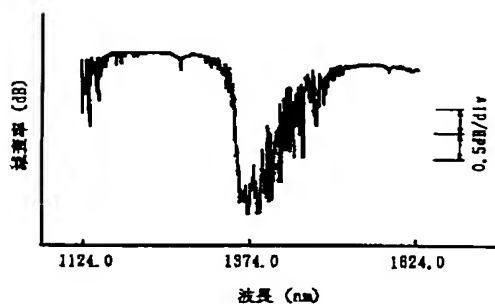
【図14】 長距離の光空間伝送装置による波長フィルタリング効果について説明するための図である。

【符号の説明】

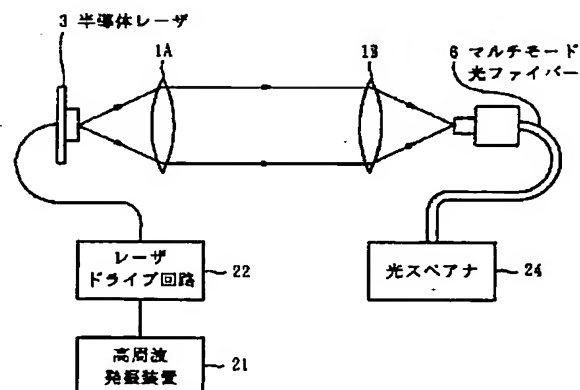
- 1A～1D レンズ
- 2 偏光ビームスプリッタ
- 3 半導体レーザー
- 4 光検出素子
- 5 ハーフミラー
- 6 マルチモード光ファイバー
- 10 送信号処理回路
- 11 ドライバー
- 12 高周波発振器
- 13 プリアンプ
- 14 AGC
- 15 受信信号処理回路
- 16 レーザ波長変更要求検出回路
- 17 雑音検出回路
- 18 レーザ波長変更要求発生回路
- 19 レーザ波長制御回路
- 20 21 高周波発振装置
- 22 レーザドライブ回路
- 24 スペクトルアナライザ
- 30、31 発振スペクトラム
- 50A、50B 光空間伝送装置

*

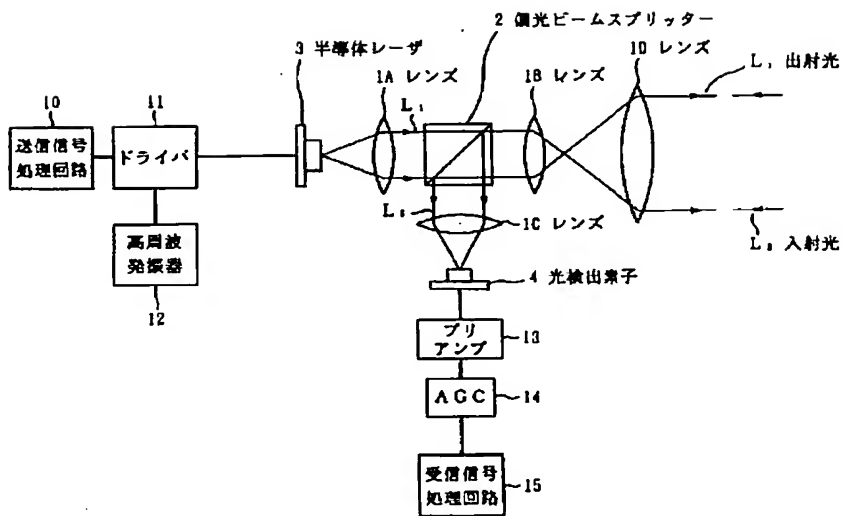
【図4】



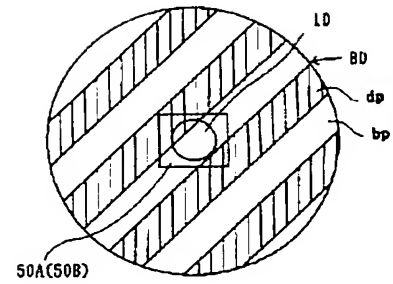
【図5】



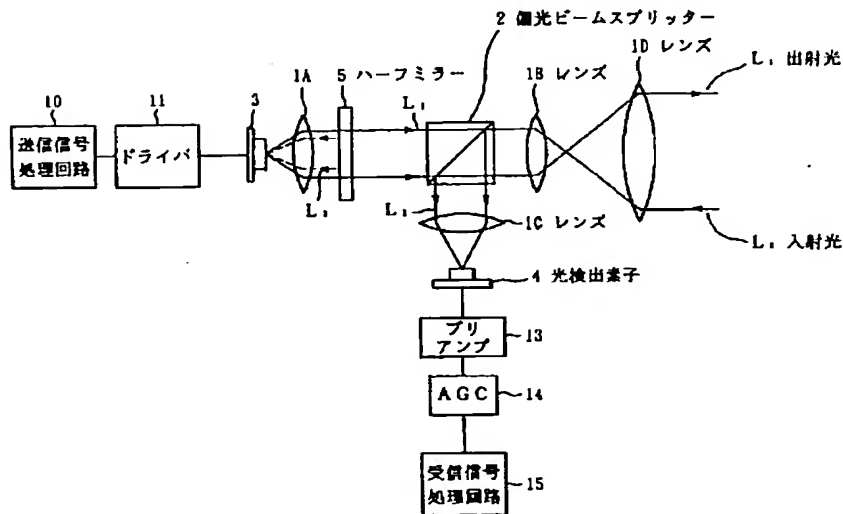
【図1】



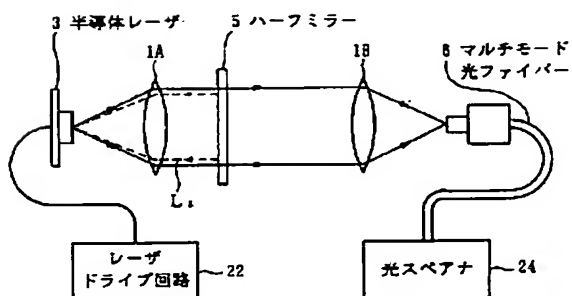
【図14】



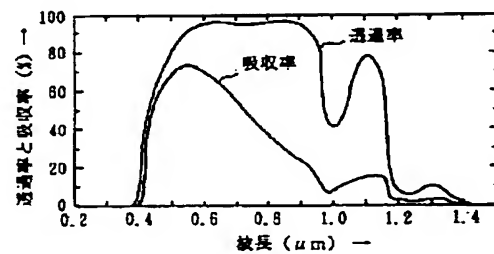
【図2】



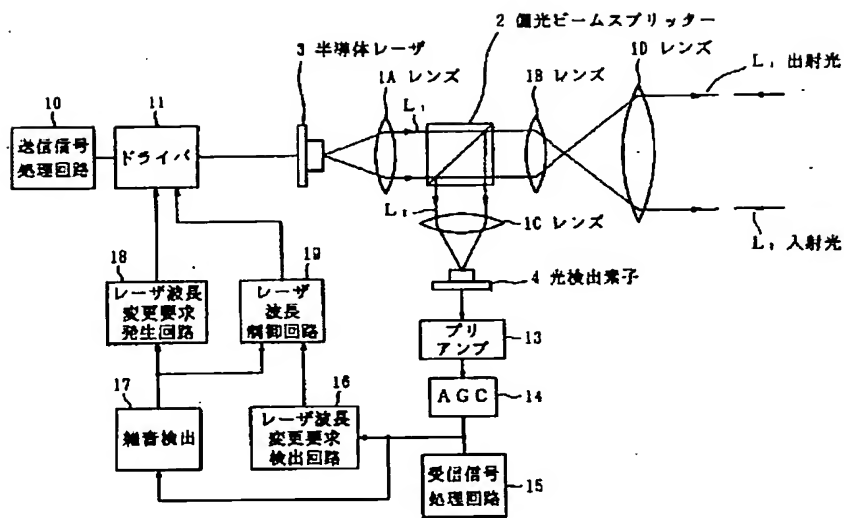
【図6】



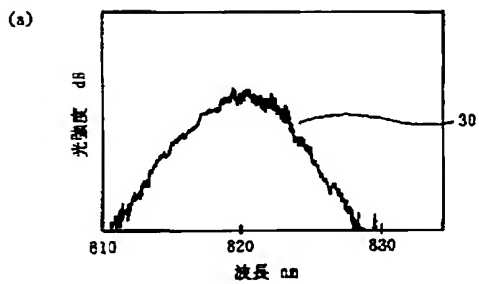
【図8】



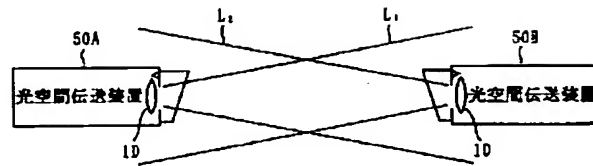
【図 3】



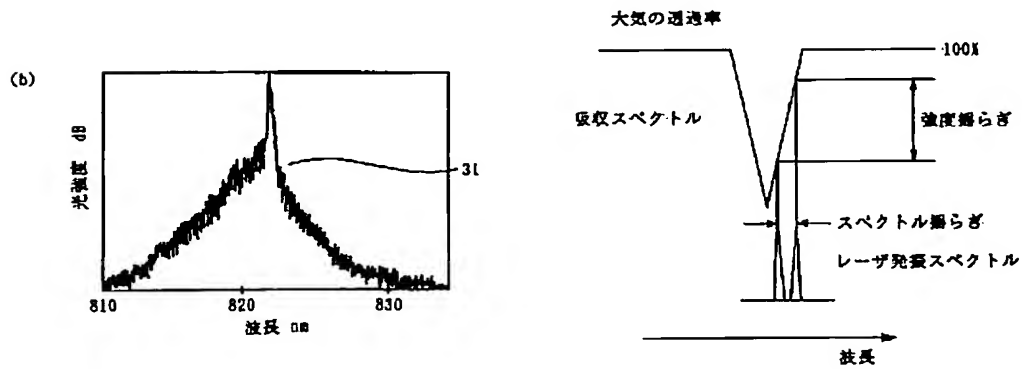
【図 7】



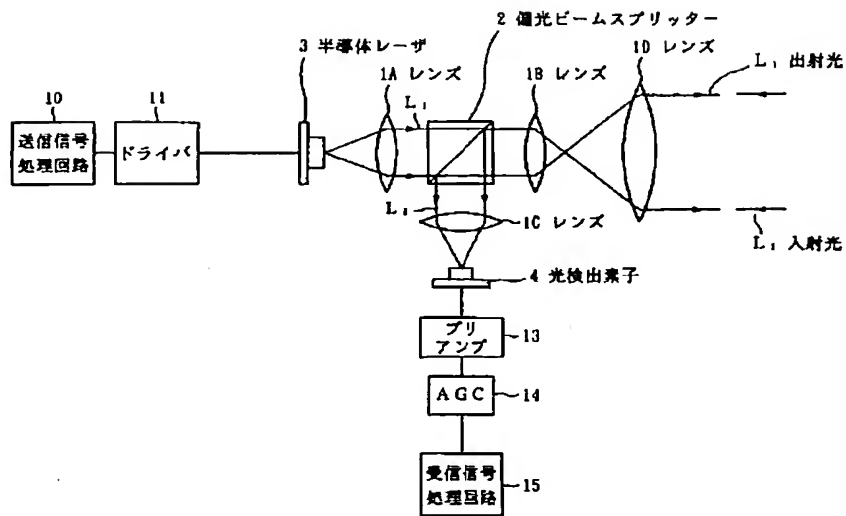
【図 9】



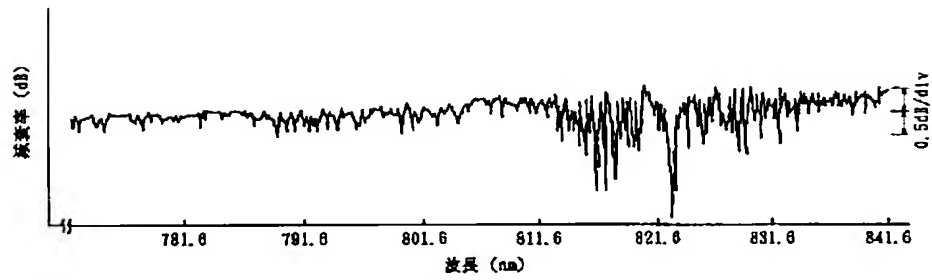
【図 12】



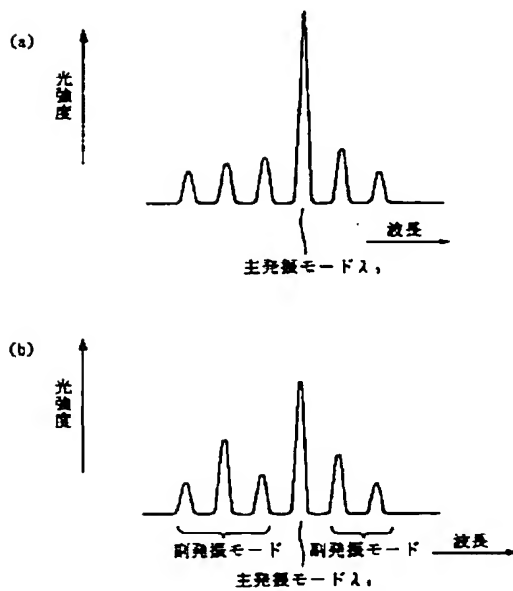
【図 10】



【図 11】



【図 13】



フロントページの続き

(51) Int. Cl.⁴
H 0 4 B 10/02
10/18
// H 0 1 S 3/18

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所